

**THIS PAGE IS INSERTED BY OIPE SCANNING  
AND IS NOT PART OF THE OFFICIAL RECORD**

**Best Available Images**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

**BLACK BORDERS**

**TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT**

**BLURRY OR ILLEGIBLE TEXT**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLORED PHOTOS HAVE BEEN RENDERED INTO BLACK AND WHITE**

**VERY DARK BLACK AND WHITE PHOTOS**

**UNDECIPHERABLE GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE THE BEST AVAILABLE COPY. AS RESCANNING *WILL NOT* CORRECT IMAGES, PLEASE DO NOT REPORT THE IMAGES TO THE PROBLEM IMAGE BOX.**



PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局  
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類6 B41J 2/045	A1	(11) 国際公開番号 <b>WO98/46429</b>
		(43) 国際公開日 1998年10月22日(22.10.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/01691	PCT/JP98/01691	(74) 代理人 弁理士 青山 葵, 外(AOYAMA, Tamotsu et al.) 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka, (JP)
(22) 国際出願日 1998年4月14日(14.04.98)	1998年4月14日(14.04.98)	(81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(30) 優先権データ 特願平9/95491 1997年4月14日(14.04.97) JP		(75) 添付公開書類 国際調査報告書
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.)(JP/JP) 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka, (JP)		
(72) 発明者 ; および		
(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 神野伊策(KANNO, Isaku)[JP/JP] 〒639-1124 奈良県大和郡山市馬司町393 B-204 Nara, (JP)		
藤井 覚(FUJII, Satoru)[JP/JP] 〒569-1036 大阪府高槻市塚脇1丁目14番12号 Osaka, (JP)		
高山良一(TAKAYAMA, Ryoichi)[JP/JP] 〒564-0081 大阪府吹田市藤が丘町8-33 Osaka, (JP)		
鎌田 健(KAMADA, Takeshi)[JP/JP] 〒631-0027 奈良県奈良市学園赤松町3435-1-105 Nara, (JP)		
(54) Title: INK-JET HEAD		
(54)発明の名称 インクジェットヘッド		
(57) Abstract An ink-jet head which is used in an ink-jet recorder and has outlets provided at high density. The head comprises ink outlets, a pressure chamber communicating with the ink outlets, and a piezoelectric vibrating section which includes a piezoelectric film containing Pb, Ti and Zr and electrodes provided on both sides of the piezoelectric film, and is installed in a part of the pressure chamber. The piezoelectric film consists of a 1st layer and a 2nd layer which have the Perovskite structures respectively and are in contact with each other. The 1st layer does not contain Zr or contains Zr with a content less than the content of Zr in the 2nd layer.		<p>The diagram illustrates a cross-section of an ink-jet head. It features a top layer 7 with diagonal hatching. Below it is a layer 6. A central vertical column contains a layer 4 on the left and a layer 5 on the right, with a bracket 9 indicating they are part of the same structure. Layer 5 is further divided into two sections, 8 and 9. At the bottom, a layer 1 is labeled '1 壓力室' and 'pressure chamber'. The entire assembly is shown in perspective, highlighting the layered construction and the central column of layers 4 and 5.</p>

(57)要約

インクジェット記録装置に使用される、高密度に形成された吐出口を有するインクジェットヘッドであって、インク吐出口と、上記インク吐出口に接続された圧力室と、P b、T i 及びZ r を有する圧電膜と該圧電膜の両側に設けられた電極とを含んでなり圧力室の一部に設けられた圧電振動部とを備え、圧電膜を、それぞれペロブスカイト構造を有しあつ互いに接するように形成された第1層と第2層とを含んでなり、第1層をZ r を含まない層、又はZ r の含有量が上記第2層のZ r の含有量に比較して少ない層とする。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AL アルバニア	FI フィンランド	LR リベリア	SK スロヴェニア
AM アルメニア	FR フランス	LS レソト	SL シエラ・レオネ
AT オーストリア	GA ガボン	LT リトアニア	SN セネガル
AU オーストラリア	GB 英国	LU ルクセンブルグ	SZ スワジランド
AZ アゼルバイジャン	GD グレナダ	LV ラトヴィア	TD チャード
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE グルジア	MC モaco	TG トーゴー
BB バルバドス	GH ガーナ	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BE ベルギー	GM ガンビア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BF ブルガリア	GN ギニア	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BG ブルガリア	GW ギニア・ビサオ	共和国	TT トリニダッド・トバゴ
BH ベナン	GR ギリシャ	ML マリ	UA ウクライナ
BR ブラジル	HR クロアチア	MN モンゴル	UG ウガンダ
BY ベラルーシ	HU ハンガリー	MR モーリタニア	US 米国
CA カナダ	ID インドネシア	MW マラウイ	UZ ウズベキスタン
CF 中央アフリカ	IE アイルランド	MX メキシコ	VN ヴィエトナム
CG コンゴ	IL イスラエル	NE ニジエール	YU ユーロースラビア
CH スイス	IS アイスランド	NL オランダ	ZW ジンバブエ
CI コートジボアール	IT イタリア	NO ノルウェー	
CM カメルーン	JP 日本	NZ ニュー・ジーランド	
CN 中国	KE ケニア	PL ポーランド	
CU キューバ	KG キルギスタン	PT ポルトガル	
CY キプロス	KP 北朝鮮	RO ルーマニア	
CZ チェコ	KR 韓国	RU ロシア	
DE ドイツ	KZ カザフスタン	SD スーダン	
DK デンマーク	LC セントルシア	SE スウェーデン	
EE エストニア	LI リヒテンシュタイン	SG シンガポール	
ES スペイン	LK スリ・ランカ	SI スロヴェニア	

## 明 細 書

### インクジェットヘッド

#### 技術分野

インクジェット記録装置に使用されるインクジェットヘッドに関する。

#### 背景技術

近年、パソコンなどの印刷装置としてインクジェット記録装置を用いたプリンタが印字性能がよく取り扱いが簡単、低コストなどの理由から広く普及している。このインクジェット記録装置には、熱エネルギーによってインク中に気泡を発生させ、その気泡による圧力波によりインク滴を吐出させるもの、静電力によりインク滴を吸引吐出させるもの、圧電素子のような振動子による圧力波を利用したもの等、種々の方式がある。

一般に、圧電素子を用いたものは、例えば、インク供給室に連通した圧力室とその圧力室に連通したインク吐出口とを備え、その圧力室に圧電素子が接合された振動板が設けられて構成されている。このような構成において、圧電素子に所定の電圧を印加して圧電素子を伸縮することにより、たわみ振動を起こさせて圧力室内のインクを圧縮することによりインク吐出口からインク液滴を吐出させる。現在カラーのインクジェット記録装置が普及してきたが、その印字性能の向上、特に高解像度化および高速印字が求められている。そのためインクヘッドを微細化したマルチノズルヘッド構造を用いて高解像度および高速印字を実現する事が試みられている。インクヘッドを微細化するためには、インクを吐き出させるための圧電素子を小型化することが必要になる。

しかしながら、この圧電素子の圧電膜は、 $PbO$ 、 $ZrO_2$ 及び $TiO_2$ の粉末をシート状に成型加工した後、焼成することにより形成する方法が採用されていたことから、圧電膜を例えば $20\ \mu m$ 以下に薄く形成することが困難であった。このために、圧電膜を微細に加工することが困難であり、圧電素子を小型化することが困難であった。また、このように粉末を焼成することにより形成された圧電膜は、その厚さが薄くなるに従って、結晶粒界の影響が無視できないようになり、良好な圧電特性を得ることができなかった。その結果、粉末を焼成することにより形成された圧電膜は、 $15\ \mu m$ 以下になるとインクを吐き出させるための十分な圧電特性を得ることができないという問題点があった。このため、十分なインクの吐出に必要な特性を有する小型のインクヘッドをこれまで実現することができなかつた。

#### 発明の開示

本発明は、膜厚が薄くても大きな圧電特性を有する薄膜材料を開発し、圧電素子を構成する圧電体や振動板等を薄膜化することで半導体プロセスで一般に用いられている微細加工を可能とし、高密度に形成された吐出口を有するインクジェットヘッドを実現する構成と、その製造方法を提供することを目的とする。

本発明は、膜厚が薄くても大きな圧電特性を有する薄膜材料を開発し、圧電素子を構成する圧電体や振動板等を薄膜化することで半導体プロセスで一般に用いられている微細加工を可能とし、高密度に形成された吐出口を有するインクジェットヘッドを実現する構成と、その製造方法を提供するものである。

すなわち、本発明に係る第1のインクジェットヘッドは、インク吐出口

と上記インク吐出口に接続された圧力室とを有する本体部と、P b、T i 及びZ r を有する圧電膜と該圧電膜の両側に設けられた電極とを含んでなり上記圧力室の一部に設けられた圧電振動部とを備え、上記圧電振動部をたわみ振動させることによりインク吐出口からインクを吐き出させるインクジェットヘッドであって、

上記圧電膜が、S r 又はB a を含むペロブスカイト構造を有する第1層と、該第1層に接するように形成されたP b、T i 及びZ r を有するペロブスカイト構造の第2層とを含んでいることを特徴とする。

このように、S r 又はB a を含むペロブスカイト構造を有する第1層と上記第1層に接するように第2層とを含んで構成することにより、Z r を含んでいる第2層を良質でかつ薄くしかも大きな圧電定数を有するように形成することができる。これによって、本発明の第1のインクジェットヘッドは極めて小型で軽量にできる。

また、本発明に係る第2のインクジェットヘッドは、インク吐出口と上記インク吐出口に接続された圧力室とを備えた本体部と、P b、T i 及びZ r を有する圧電膜と該圧電膜の両側に設けられた電極とを含んでなり上記圧力室の一部に設けられた圧電振動部とを備え、上記圧電振動部をたわみ振動させることによりインク吐出口からインクを吐き出させるインクジェットヘッドであって、

上記圧電膜が、それぞれペロブスカイト構造を有しあつ互いに接するように形成された第1層と第2層とを含んでなり、上記第1層のZ r の含有量が上記第2層のZ r の含有量に比較して少ないことを特徴とする。

このように、上記圧電膜を互いに接するように形成された第1層と第2層とを含んで構成することにより、Z r を比較的多く含んでいる第2層を良質でかつ薄くしかも大きな圧電定数を有するように形成することができ

る。これによって、本発明の第2のインクジェットヘッドは極めて小型で軽量にできる。

また、本発明に係る第3のインクジェットヘッドは、インク吐出口と上記インク吐出口に接続された圧力室とを備えた本体部と、 $P_b$ 、 $T_i$ 及び $Z_r$ を有する圧電膜と該圧電膜の両側に設けられた電極とを含んでなり上記圧力室の一部に設けられた圧電振動部とを備え、上記圧電振動部をたわみ振動させることによりインク吐出口からインクを吐き出させるインクジェットヘッドであって、

上記圧電膜が、それぞれペロブスカイト構造を有しつつ互いに接するようにならべて形成された $Z_r$ を有していない第1層と $Z_r$ を有する第2層とを含んでなりることを特徴とする。これによって、第2のインクジェットヘッドに比較してさらに良質で圧電定数の高い第2層が形成できる。

また、本発明に係る第2と第3のインクジェットヘッドでは、第1層を容易にかつ低温で形成するために、上記第1層が $L_a$ を含んでいることが好ましい。

さらに、本発明に係る第1～第3のインクジェットヘッドでは、上記圧電膜の圧電定数をさらに高くするために、上記第2層において $Z_r/T_i$ 比が、30/70以上70/30以下に設定されることが好ましい。

また、本発明に係る第1～第3のインクジェットヘッドにおいて、上記圧電膜は単結晶であることがさらに好ましい。これによって、圧電膜を構成する材料の固有の圧電定数を効果的に利用することができる。

また、本発明に係る第1～第3のインクジェットヘッドにおいて、上記圧電膜が、 $10 \mu m$ 以下の厚さに形成されていることが好ましく、これによつて、上記圧電膜の形状を微細に加工できる。

また、本発明に係る第1～第3のインクジェットヘッドにおいて、上記

圧電膜が、 $1 \mu\text{m}$ 以上、 $3 \mu\text{m}$ 以下の厚さに形成されていることがさらに好ましく、これによって、上記圧電膜を微細に加工できるとともに、十分なインク吐出力及び十分な圧電膜の信頼性が得られる。この場合、上記第1層は、 $50 \text{ nm}$ 以上、 $100 \text{ nm}$ 以下の厚さに形成されていることが好ましく、これによって、良質な第2層を形成することができ、上記圧電膜全体としての圧電定数を低下させることもない。

また、本発明に係る第1～第3のインクジェットヘッドにおいて、上記圧電振動部が振動板を備えることにより、上記圧電振動部を容易にたわみ振動させることができる。この場合、上記振動板が、Ni、Cr、Al及びそれらの酸化物、Si、Si酸化物、高分子有機物からなる群から選ばれた少なくとも1つの材料からなることが好ましい。

また、本発明に係る第1～第3のインクジェットヘッドにおいては、上記圧電振動部において、上記電極間にさらに、上記圧電膜と中間電極層を介して対向する、上記圧電膜とは別の圧電膜を設け、その2つの圧電膜によってたわみ振動をさせててもよい。このように2つの圧電膜でたわみ振動させると振動板を用いる場合に比較してより大きな振幅をえることができる。

また、本発明に係る第1と第3のインクジェットヘッドにおいては、上記圧電膜の第2層が、Nb及びSnを含む反強誘電性を有する圧電体であってもよい。

さらに、本発明に係る第1～第3のインクジェットヘッドにおいては、上記第1層を、Zr濃度が厚さ方向に連続的に増加するように分布している層とし、かつ第1層のZr濃度が高い一方の面で上記第2層と接するよう構成してもよい。

また、本発明に係る第1～第3のインクジェットヘッドにおいては、上

記圧電膜の両側に形成された電極層が  $P_t$  又は  $A_u$  で形成されていることが好ましい。これによって、例えばエッチングを用いて圧電膜を微細加工する場合に、エッチング液により電極にダメージを与えないようにできる。

また、本発明に係る第1～第3のインクジェットヘッドにおいては、上記本体部が複数のインク吐出口と各インク吐出口にそれぞれ対応して設けられた複数の圧力室を有し、上記圧電膜の両側に設けられた電極のうち少なくとも一方の電極を上記圧力室に対応するように分離して設けることにより、各圧力室に対応した圧電振動部を備えたインクジェットヘッドを構成できる。このような構成により、複数のインク吐出口が極めて高密度に形成されたインクジェットヘッドを作製できる。この場合、上記圧電膜を上記圧力室に対応するように分離して設け、上記一方の電極を上記分離された各圧電膜上に形成するようにも、同様に吐出口が高密度に形成されたインクジェットヘッドを作製できる。このように、圧電膜を各圧力室に対応するように分離して形成する場合、各圧電膜の幅を上記圧力室の幅より小さくすることが好ましい。また、圧電膜を分離して形成する場合、上記分離された圧電膜の間に、上記圧電膜の伸縮を阻害しない剛性の低い樹脂を充填してもよい。これによって、ヘッドの信頼性を高くできる。

また、本発明に係る第1～第3のインクジェットヘッドにおいて、上記圧電振動部は、その周辺部が上記圧力室の周辺部と弾性を有しつつ膜厚が  $3 \mu m$  以下の樹脂層を介して接合するようにもよく、これによって、接合時に圧電振動部に歪みが加わることを防止でき、製造時の歩留まりを高くできかつ信頼性を高くできる。

上記圧電振動部は、その周辺部が上記圧力室の周辺部と、セラミック、金属又は樹脂からなる台座を介して接合されていることが好ましく、これによって、接合部を上記圧電振動部から離すことができる、上記圧電

振動部を安定して振動させることができる。

また、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法は、インク吐出口と上記インク吐出口に接続されかつ一部に開口部が形成された圧力室とを有する本体部と、上記開口部を塞ぐように設けられた圧電振動部とを備えたインクジェットヘッドの製造方法であって、

基板上に、 $P_b$ 及び $T_i$ を含むペロブスカイト構造を有する第1層を形成し、第1層上に $Z_r$ と $P_b$ 及び $T_i$ とを含むペロブスカイト構造を有する第2層を形成することにより、上記第1層と上記第2層とを含む圧電膜を形成する工程とを含み、上記基板上に上記圧電膜を有する圧電振動部を形成する第1工程と、上記本体部の上記開口部の周辺部と上記圧電振動部の周辺部とを対向させて接合する第2工程と、

上記接合後に上記基板を除去する第3工程とを含み、

上記第1工程において、上記第1層を $Z_r$ を含まないように、又は上記第2層に比較して $Z_r$ の量が少なくなるように形成することを特徴とする。

本製造方法により、 $Z_r$ を比較的多く含んでいる第2層を良質でかつ薄くしかも大きな圧電定数を有するように形成することができる。これによつて、本発明の製造方法によれば、極めて小型で軽量のインクジェットヘッドを製造できる。

本発明に係る製造方法では、上記第1層及び上記第2層を精度よくかつ良質に形成するためにスパッタ法又はCVD法により形成することが好ましい。

本発明に係る製造方法では、上記基板としてMgO基板を用いることにより、単結晶の第1層及び第2層を形成することができる。また、この場合、上記第3工程において上記基板を磷酸を用いたエッチングにより除去することができる。

本発明に係る製造方法では、上記基板としてシリコン基板又はガラス基板を用いることもでき、これにより、MgO基板を用いる場合に比較して安価に製造できる。この場合、上記第3工程において、上記基板をフッ酸系溶液又は水酸化カリウム溶液を用いてエッチングにより除去することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1Aは、本発明に係る第1の実施の形態のインクジェットヘッドの構成を示す斜視図であり、図1Bは、図1AのA-A'線についての断面図である。

図2は、第1の実施の形態のインクジェットヘッドにおける圧電振動部を拡大して示す部分断面図である。

図3は、第1の実施の形態のインクジェットヘッドにおける圧電膜5を拡大して示す部分断面図である。

図4は、第1の実施の形態のインクジェットヘッドの製造方法において、MgO基板10上に圧電振動部を形成した時の断面図である。

図5Aは、第1の実施の形態のインクジェットヘッドにおける一例の製造方法の主要工程を示す工程図であり、図5Bは図5Aとは異なる例を示す工程図である。

図6は、第1の実施の形態のインクジェットヘッドの正面図である。

図7は、第1の実施の形態のインクジェットヘッドの一例における、印加電圧に対する振動板のたわみ量を示すグラフである。

図8は、第1の実施の形態のインクジェットヘッドの他の例における、印加電圧に対する振動板のたわみ量を示すグラフである。

図9は、本発明に係る第2の実施の形態のインクジェットヘッドの製造

方法において、シリコン基板15上に圧電振動部を形成した時の断面図である。

図10は、第2の実施の形態のインクジェットヘッドの製造方法の主要な工程を示す工程図である。

図11は、本発明に係る第3の実施の形態の製造方法により作製されるインクジェットヘッドの特徴を示す部分断面図である。

図12は、第3の実施の形態のインクジェットヘッドの製造方法の主要な工程を示す工程図である。

図13Aは、本発明に係る第4の実施の形態のインクジェットヘッドの構成を示す斜視図であり、図13Bは、図13AのC-C'線についての断面図である。

図14は、図13AのD-D'線についての断面図である。

図15は、第4の実施の形態の変形例の圧電振動部の構成を示す部分断面図である。

図16は、第4の実施の形態における好ましい接続構造を示す部分断面図である。

図17は、第4の実施の形態における他の好ましい接続構造を示す部分断面図である。

図18は、本発明に係る第5の実施の形態のインクジェットヘッドの構成を示す部分断面図である。

図19は、本発明に係る第6の実施の形態のインクジェットヘッドの構成を示す斜視図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明に係る実施の形態について図面を参照して説明する。

### 第1の実施の形態。

本発明に係る第1の実施の形態のインクジェットヘッド100は、従来困難であったスパッタリング等のいわゆる薄膜形成方法を用いて形成された、薄くてかつ大きな圧電定数を有する圧電膜を用いて構成され、従来例のインクジェットヘッドに比較して極めて小型でかつインクの吐出口の間隔を狭く形成することができるという特徴を有する。

図1Aは、本発明にかかる第1の実施の形態のインクジェットヘッド100の斜視図であり、図1Bは、図1AのA-A'線についての断面図である。

このインクジェットヘッド100は、図1A及び図1Bに示すように、複数の吐出口2と、各吐出口2に対応して設けられた圧力室1と、圧力室1にそれぞれ設けられた圧電素子3とを備えて以下のように構成される。

インクジェットヘッド100において、吐出口2は本体部50の側面に所定の間隔で形成され、圧力室1は、吐出口2にそれぞれ対応するように本体部50に並んで形成されている。そして各吐出口2と対応する圧力室1とは、本体部50に形成されたインク流路2aを介して接続される。また、本体部50の上面には各圧力室1にそれぞれ対応して開口部51が形成され、さらに本体部50の上面には開口部51を塞ぐように振動板4が形成され、振動板4の上に各圧力室1に対応して各開口部51上に位置するように圧電素子3が設けられる。

また、圧電素子3は、図2に示すように、それぞれ0.1  $\mu\text{m}$ の厚さを有する白金から成る電極6および7と、電極6、7の間に形成された3  $\mu\text{m}$ の厚さの圧電膜5からなり、振動板4上に設けられる。ここで、振動板4は、振動部分の厚みが2  $\mu\text{m}$ のSiO<sub>2</sub>層からなる。以上のようにして、圧電素子3と圧電板4とによって圧電振動部30が形成される。

圧電膜5の材料として、鉛、チタン、ジルコニウムから構成された酸化

物であるペロブスカイト型P Z T薄膜材料を用いることにより、低電圧でも良好な振動をさせることができる。尚、本明細書において、単にP Z Tというときは、Pb、Zr及びTiを含む、一般式Pb<sub>(Zr<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>)</sub>O<sub>3</sub>で表される圧電材料を言うものとする。このP Z T薄膜の組成は、Pb<sub>(Zr<sub>0.53</sub>Ti<sub>0.47</sub>)</sub>O<sub>3</sub>の場合に最大の圧電性を示すことが焼結体では明らかにされている。しかしながら、この組成の薄膜を直接電極上に形成することは容易ではない。

そこで、第1の実施の形態では、図3に示すように、圧電膜5を2層で構成し、第1層8としてZrの含有していないPbTiO<sub>3</sub>又はPbTiO<sub>3</sub>にランタンを添加したPLTを形成し、第2層9としてPb<sub>(Zr<sub>0.53</sub>Ti<sub>0.47</sub>)</sub>O<sub>3</sub>の組成の層を形成することにより、良好な圧電特性を有する高品質圧電薄膜（圧電膜5）を形成した。すなわち、本発明は、第1層としてZrの含有していないPbTiO<sub>3</sub>又はPbTiO<sub>3</sub>にランタンを添加したPLTを形成し、第2層としてPb<sub>(Zr<sub>0.53</sub>Ti<sub>0.47</sub>)</sub>O<sub>3</sub>の組成の層を形成することにより、良好な圧電特性を有する高品質圧電薄膜を形成できることを見いだして完成させたものである。

以下、2層からなる圧電膜5についてさらに詳細に説明する。

上述のように、P Z Tは、良好な圧電特性を有し、かつZr/Tiの比率が約50/50になると極めて高い圧電係数を有することが知られている。しかしながら、P Z Tはスパッタ法やCVD法等の薄膜形成方法を用いて良好な膜を形成する事が困難であり、Tiに対するZrの比率が大きくなる程その傾向は顕著である。我々の検討によると、その原因是、薄膜形成過程において、Zrの酸化物が基板表面に吸着し、その後の膜成長を阻害するためであることが明らかになった。また、その傾向は、Pt電極上にP Z T膜を成長させようとした場合にさらに顕著であることも明らかになった。しかしながら、PbTiO<sub>3</sub>又はPbTiO<sub>3</sub>にLaを10mo

1%程度添加し結晶化温度を低下させた (Pb, La) TiO<sub>3</sub> (以下、単にPLTという。) 上に、薄膜形成方法を用いてPZTを成長させると、Zr酸化物を析出させることなく、良好なPZT膜を作成することができる。また、PbTiO<sub>3</sub>及びPLTは、PZTと同様ペロブスカイト構造を有し、薄膜形成方法を用いてPt電極上にも比較的容易に形成することができる膜である。この第1層としては、基本的な条件としてペロブスカイト型構造を有していることが必要で、PbTiO<sub>3</sub>、PLT以外にもSrTiO<sub>3</sub>、BaTiO<sub>3</sub>及びSrRuO<sub>3</sub>等も効果があることが我々の検討により実証されている。また、この第1層はPZTと同様RFスパッタリング装置を用いて形成でき、多元ターゲットを装着できるスパッタ装置を用いることにより、第1層8と第2層9の形成を一連の工程で進めることができる。

尚、本発明では、この様な多層構造とせずに、Znを含まないPbTiO<sub>3</sub>からPb(Zr<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>付近の組成へと連続的に変化させた組成傾斜を有する第1層を用いて圧電膜5を用いても同様の効果が得られる。

以下、第1の実施の形態のインクジェットヘッドの製造方法について図5Aを参照しながら説明する。

本製造方法ではまず、2cm角の(100)面を上面として有する単結晶MgO基板10の上面に、単結晶のPt電極膜を配向させて0.1μmの厚さに形成する(図5AのステップS1)。

次に、Pt電極膜を各圧力室に対応するようにドライエッチング(真空中でArイオンによる)を用いてパターンニングして個別の電極11に分離する(図5AのステップS2及び図4)。

次に、PbTiO<sub>3</sub>からなる初期層(第1層)を約0.01μmの厚さに形成する(図5AのステップS3)。

そして、初期層上にPZT薄膜をスパッタリングにより約3μmの厚さ

に形成する（図5AのステップS4）。

尚、このステップS3、4において、基板温度は500から600℃の温度に設定して膜を成長させる。

このように、本製造方法においては、PZT薄膜を形成する前に、 $PbTiO_3$ からなる初期層を形成しているので、組成の偏りの少ない結晶性に優れた、c軸に配向した単結晶のPZT薄膜を形成することができる。尚、PZTは、c軸方向に最も高い圧電係数を有する。

次に、PZT薄膜（初期層を含む）を強酸性溶液を用いたエッチングによりバターンニングして、各圧力室に対応するように個別の圧電膜12に分離する（図5AのステップS5及び図4）。

次に、各圧電膜12上に共通電極13を形成する（図5AのステップS6及び図4）。尚、共通電極は図4に示すように、各圧電膜12毎に個別の電極としてもよいし、複数の圧電膜12にわたって連続した電極としてもよい。

次に、共通電極13上に $SiO_2$ を2μmの厚さに形成することにより振動板4を形成する（図5AのステップS7）。尚、図4には図示していないが、振動板4を形成する前に、圧電膜12の両側に樹脂を埋め込み振動板4を形成する表面を平坦にして振動板4を形成する。

MgO基板上に上述の各層を形成した後、予め圧力室、インク流路が形成されたステンレスからなる本体部を接着剤を用いて接合する。これによって、圧力室、インク流路が、振動板上に形成される（図5AのステップS8）。尚、ここで使用する接着剤は、圧電振動を吸収することができないよう、比較的硬度が高い方が好ましい。

次に、MgO基板を、最終的に酸性溶液により除去する（図5AのステップS9）。MgO基板10は、この酸性溶液として磷酸溶液を用いることで圧電膜にダメージを与えることなく安定して溶解することができる。

さらに、例えば $10 \mu\text{m}$ 径の吐出口を所定の間隔で形成した部材を本体部の側面に取り付けて、第1の実施の形態のインクジェットヘッドは作成される。

尚、図5 Aを参照して説明した製造方法では、圧電膜及び個別電極11は、共通電極13を形成する前にパターンニングしたが、本発明はこれに限らず、図5 Bに示すように共通電極13を形成しMgO基板10をエッチング後に、圧電膜及びPt個別電極をパターンニングするようにしてもよい。

以上説明した製造方法によれば圧電特性の良い薄い圧電膜を形成することができます、その薄い圧電膜を半導体の製造に用いられる微細加工技術を応用することで極めて小さい圧力室に対応した圧電素子を形成することができるので、高い密度で吐出口が形成されたインクジェットヘッドを作製することができる。

例えば、 $150 \text{ dpi}$ の密度のノズルヘッドを作製しようとすると、通常圧力室の幅が $100 \mu\text{m}$ で隣接する圧力室間の隔壁が $66 \mu\text{m}$ 程度に設定されるが、PZT薄膜の膜厚を $5 \mu\text{m}$ 以下にすると、PZT薄膜を $50 \mu\text{m}$ 以下の幅に加工することが十分可能であるから、圧電膜の形状を $100 \mu\text{m}$ 幅の圧力室に対応する大きさに加工することが十分可能である。尚、 $20 \mu\text{m}$ 以上の厚さの従来の圧電膜では、 $50 \mu\text{m}$ 幅の圧電膜に加工することは困難である。本第1の実施の形態において、圧電膜を $20 \mu\text{m}$ 以下の幅に加工することも可能であるから、圧電膜の加工可能な形状をもとに考えると、 $500 \text{ dpi}$ 又はそれ以上の密度を有するノズルヘッドを作製することも可能である。図6は、上記の方法で製作した、吐出口（ノズル）が $200 \text{ dpi}$ の密度で形成されたノズルヘッドを正面から見た図である。

また、圧力室の幅を狭くできることで、その圧力室の共振周波数を高くでき、その分高い周波数で駆動することができるという利点もある。また、

この高い周波数で駆動できるということは、印加電圧に対する応答を早くできることを意味し、インクの吐き出し量の細かな制御が可能であることを意味し、これによって、階調を向上させることができる。尚、圧力室の幅を $100 \mu\text{m}$ （すなわち、 $150 \text{ dpi}$ ）とすると共振周波数は約 $1 \text{ M Hz}$ である。

さらに、インクの吐出性能は、一般にたわみ量 $Y$ と発生圧力 $P$ の積で表され、この値は圧電膜の膜厚を $t$ 、圧電定数を $d_{31}$ 、電圧を $V$ とすると、次の式(1)で表されるので、膜厚が薄いと印加電圧を低くできるという利点も有する。

$$Y \cdot P = k \cdot d_{31}^2 \cdot V^2 / t \cdots \cdots \text{式(1)}$$

以上のようにして、 $Zr/Ti$ 比が $50/50$ のPZT薄膜を、各圧力室1に対応して幅 $10 \mu\text{m}$ 、長さ $1 \text{ mm}$ の大きさにパターンニングした試料を用いて、印加電圧と振動板4の最大たわみ量の関係を測定した。その結果を図7に示す。図7より印加電圧を増加すると振動板がたわみ $30 \text{ V}$ の電圧に対して約 $2 \mu\text{m}$ の変位を発生させることができることがわかる。この良好な圧電特性を利用して、インク吐出能力の高いインクジェットヘッドを作製できることが確認できた。

以上説明したように、第1の実施の形態のインクジェットヘッドは、圧電膜5を、 $Zr$ を含まないペロブスカイト型の第1層と、 $Zr$ を含むPZTからなる第2層とによって構成された、圧電特性の優れた薄い圧電膜を加工することによって形成している。これによって、圧電特性の優れた微細な圧電膜5を形成することができるので、従来例のインクジェットヘッドに比較して極めて小型でかつ高密度に形成されたインクの吐出口を備えたインクジェットヘッドを提供できる。

以上の説明において、適宜、具体的な材料及び数字を挙げて説明したが、本発明は上述した数字に限定されるものではない。

圧電膜における第1層（初期層）について言えば、上述したようにこの第1層8は、結晶性の良好な第2層9を形成するための層であり、圧電性を有する膜としての機能は専ら第2層9が担っている。従って、第1層8の膜厚は、良好な第2層を形成するという機能を果たすかぎり、圧電膜5の全体としての圧電特性を低下させないように、薄ければ薄い程よい。我々は、膜厚制御性のよいスパッタリング装置を用いた場合、第1層8は5 nm以下であっても、その機能を十分発揮できることを確認している。しかしながら、P-t電極をムラ無く覆い、かつ製造工程上の管理等を考慮すると、50 nm～100 nmの範囲に設定することが好ましい。この範囲に設定すると、圧電膜5の全体としての圧電特性を実質的に低下させないようにでき、かつ良質の第2層を形成するという効果を十分果たすことができ、しかも圧電膜5を形成する工程における工程管理負担を増加させることも少なくできる。尚、第1の実施の形態では、第1層8として膜厚0.1 μmのPbTiO<sub>3</sub>層、第2層9として膜厚2.9 μmのPb(Zr<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.47</sub>)O<sub>3</sub>の組成を有するPZT層とすることにより、低電圧においても十分なインク吐出能力を有するインクジェットヘッドを作製できることが確認されている。

また、本発明において、PZTで構成される第2層9の膜厚は特に限定されるものではないが、薄膜形成方法を用いて形成する場合、膜厚が厚くなると膜の形成時間が長くなるので、10 μm以下に設定することが好ましい。また、圧電膜5は、成膜後に各圧力室にそれぞれ対応する所定の形状にパターンニングされるが、吐出口2の間隔を今後ますます狭くする必要が生じることを考慮すると、それに対応した精度のよいパターンニングをするためには、圧電膜5の膜厚は5 μm以下に設定することがさらに

好ましい。また、圧電膜5の膜厚は、膜の強度や発生させる応力を考慮すると0.5μm以上に設定することが好ましい。我々の検討によると、圧電膜5の膜厚を、1~3μmの範囲に設定することが最も好ましく、この範囲に設定することにより、インクを安定して飛翔させ、かつ膜の信頼性を一定以上に保つことができる事が確認されている。

第1の実施の形態において、本体部50は、ステンレス(SUS)を用いて形成したが、本発明はこれに限らず、感光性有機高分子材料、感光性ガラスおよびシリコンなどにより構成してもよい。

また、振動板4はスパッタ法などの薄膜プロセスを用いることにより微細加工が容易となる。その材料として、第1の実施の形態では、酸化シリコンSiO<sub>2</sub>を用いたが、本発明はこれに限らず、ニッケル、クロム、アルミニウムなどの金属を用いることができる。これらの金属もスパッタ法、真空蒸着およびメッキ法により容易に形成することができ、SiO<sub>2</sub>と同様良好な振動特性を得ることができた。また、振動板4にアルミナを用いてもSiO<sub>2</sub>と同様の効果を得ることができ、スパッタリング法により容易に形成できた。この他、振動板4としてポリイミド系の樹脂を用いることもでき、このポリイミド系の樹脂はスピンドル法により容易に形成でき、またその微細加工も容易であり、インクジェット記録装置の振動板として適した材料であった。

以上の各材料を用いて振動板4を形成しても、振動中に亀裂が生じるなどの劣化はなく、インクを吐出するのに十分な振動を発生することができる。また、振動板4の材料として上記各金属の酸化物を用いても同様の振動特性を得ることができる。さらに、振動板4としては、感光性ポリイミドを用いることにより素子の製造を容易にできる。

以上のような構成において、圧力室1に面する振動板4を厚みが2μmのSiO<sub>2</sub>層とし、圧電膜5の第2層9としてPb(Zr<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>

の組成式で示される厚み3μmのP Z T薄膜、厚み0.1μmの白金から成る電極6および7を用いた場合、50V以下の電圧においても良好なたわみ振動を発生させることができた。しかしながら、本発明では、振動板4の厚さは、上述の2μmに限られるものではなく、圧電膜5の圧電特性及び厚さ、振動板4を構成する材料の固有の振動特性等を考慮して適宜設定されるものである。

また、本発明では、MgO基板10上の電極11として白金、金もしくはルテニウム酸化物を用いることにより、ペロブスカイト構造を有する鉛系誘電体層からなる圧電膜5、12を結晶性よく形成することができた。いずれの材料からなる電極上に形成された圧電膜5、12を用いても、特性バラツキが少ない複数の圧電膜5、12を形成することができ、インク吐出能力の素子間のばらつきを少なくすることができる。

また、P Z T薄膜の微細加工では弗酸や硝酸など強酸性の溶液を用いて行うが、電極として白金、金又はルテニウム酸化物を用いることにより電極材料が腐食することを防止し、素子の作成を安定に行うことができる。

また、圧電膜5、12を構成する第2層の圧電材料として用いたP Z Tは、良好な圧電特性を有するZr/Ti比が30/70~70/30の範囲内にあるP Z T層を用いることが好ましい。また、本発明において、第2層として用いることができる圧電材料としては、上述のP Z Tのほか、例えば、 $Pb_{0.99}Nb_{0.02}[(Zr_{0.6}Sn_{0.4})_{1-x}Ti_x]_{0.98}O_3$  ( $0.060 \leq y \leq 0.065$ )等の組成を有する、Pb、Ti、Zr以外の元素を含む圧電材料を用いることができる。尚、 $Pb_{0.99}Nb_{0.02}[(Zr_{0.6}Sn_{0.4})_{1-x}Ti_x]_{0.98}O_3$  ( $0.060 \leq y \leq 0.065$ )は、反強誘電体の材料であるが差し支えない。この場合について、印加電圧と振動板4の最大変位との関係を図8に示す。この場合、15Vの電圧で、反強誘電体から強誘電体への相転移が起こるため不連続な変位特性を示し、20Vで約0.8μmの変位

が発生した。20V以上のある電圧以上を印加した場合ほぼ一定の変位を発生させることができ、インク吐出量のばらつきを少なくする事ができた。更に  $Pb_{0.99}Nb_{0.02}[(Zr_{0.6}Sn_{0.4})_{1-x}Ti_x]_{0.98}O_3$  ( $0.060 \leq y \leq 0.065$ ) の組成を有する反強誘電体薄膜では、多結晶質の薄膜でも安定なインク吐出能力を有する圧電素子とすることができた。

また、第1の実施の形態では、第1層8として  $Zr$  の含有していない  $PbTiO_3$  又は  $PbTiO_3$  にランタンを添加した PLT を形成し、第2層9として  $Pb(Zr_{0.53}Ti_{0.47})O_3$  の組成の層を形成するした例を最も好ましい例として示したが、本発明はこれに限定されるものではない。圧電膜5、12を構成する第1層(初期層)の圧電材料として、 $x < 0.3$  に設定された  $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$  からなる PZT 層又はその層にさらに La を含む層を用い、第2層として  $0.7 \geq x \geq 0.3$  に設定された  $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$  からなる PZT 層を用いて形成しても、結晶性が良好でかつ圧電定数の比較的大きい第2層を形成することができる。尚、この場合、第1層として、 $x < 0.2$  に設定された  $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$  からなる PZT 層又はその層にさらに La を含む層を用いることが好ましい。

## 第2の実施の形態。

図9、10は、本発明に係る第2の実施の形態のインクジェットヘッドの製造方法を説明する図である。この第2の実施の形態の製造方法は、第1の実施の形態で説明した製造方法において、MgO基板に代えて Si 基板を用いた他は第1の実施の形態とほぼ同様である。

本製造方法では、まず、図9、10に示すように、シリコン基板15上に個別電極11となる Pt 層を形成し、その個別電極11の上に圧電材料として鉛系誘電体層からなる圧電膜12をスパッタ法により形成した。ここで、鉛系誘電体層からなる圧電膜12は、第1の実施の形態と同様、Z

$Zr$  を含まない鉛系誘電体からなる第1層を形成した後、 $Zr$  を含む PZT からなる第2層を形成することにより形成される。以上のように構成された圧電膜12は、多結晶体であるが、第1層として $Zr$  を含まない鉛系誘電体からなる第1層を形成した後、 $Zr$  を含む PZT からなる第2層を形成しているので、極めて良好な圧電特性を有する第2層を形成することができる。この圧電膜12として、PZT系の多結晶層を  $3 \mu\text{m}$  形成することにより、良好な圧電性を得ることができた。圧電膜12の形成法として、上述のスパッタ法に代えて、MOCVDもしくはソルゲル溶液を用いたスピニコートにおいても良好な結晶性を有する圧電性薄膜を形成することができた。次にその圧電膜12の上に共通電極13となるPt層を形成する。尚、ソルゲル溶液を用いたスピニコート法を用いる場合、まず、第1層となる $Zr$  を含まないソルゲル溶液をコートし、その上に第2層となる $Zr$  を含むソルゲル溶液を所定の厚さにコートした後、焼成することにより圧電膜12を形成する。以上のようにしてスパッタ法と同様、多結晶層である圧電膜12を形成することができる。

その共通電極13の上に  $\text{SiO}_2$  からなる材料で振動板4をスパッタ法により形成した。次に振動板4の上に、感光性樹脂により形成した圧力室1を有する本体部を設けた後、最後にシリコン基板15を弗酸系溶液、もしくは水酸化カリウム溶液でエッティング除去する。圧力室1は、本体部において、感光性ガラスもしくは感光性樹脂などにより各吐出口に対応するように分割して形成されている。図10において、個別電極11は圧電膜12の形成前にパターンニングしているが、シリコン基板15をエッティングした後にパターンニングするようにしてもよい。また圧電膜12は、図10において、共通電極13を形成する前にパターンニングしているが、シリコン基板15をエッティング除去した後に、各圧力室1に分割された形状となるようにパターンニングしてもよい。本実施の形態に示した製造方

法によればMgO基板10より安価に、かつ大きな面積を有した単結晶基板が入手しやすいシリコン基板15を用いることができ、インクジェット用圧電素子を一度に多数形成することが可能で、更に圧電特性の良い薄膜材料を形成することができる。またこれまで確立されてきたシリコンの微細加工技術を応用し非常に高精度な微細加工から作り出される多素子化も容易となる。上記の方法で製作したインクジェットのヘッドは、図6と同様の構成が可能でノズルが200 dpiの密度にできた。またさらに、高密度のノズルを有するインクジェットヘッドを作製することも可能である。

この構成のインクジェットヘッドの製造において、シリコン基板15を用いる他、ガラス基板を用いても同様の多素子構成のインクジェットヘッドが作製できる。この場合弗酸系の溶液を用いてガラス基板をエッチングする事により、図6と同様の構成を有する多素子化したインクジェットヘッドを形成することができた。

上の個別電極11として白金以外に、ルテニウム酸化物を用いることにより、ペロブスカイト構造を有する圧電膜12を結晶性よく形成することができた。このため圧電膜として良好な特性を有することができ、多素子化した場合でもインク吐出能力の素子間のばらつきの少ないインクジェットヘッドが作成できた。また圧電材料として用いる圧電膜12としては、 $Zr/Ti$ 比が30/70~70/30の範囲内にあるPZT層であれば、更に良好な圧電特性を有し、インク吐出能力の高いインクジェットヘッドとすることができた。また、圧電膜12として  $Pb_{0.9}Nb_{0.02}[Zr_{0.6}Sn_{0.4}]_{1-x}Ti_x]_{0.98}O_3$  ( $0.060 \leq y \leq 0.065$ )の組成を有する反強誘電体の薄膜を用いた場合、電圧印加に対して 安定した応答が得ることができ、インク吐出量のばらつきを少なくする事ができた。

更に振動板4の材料として、酸化シリコンSiO<sub>2</sub>の他、ニッケル、アルミニウムなどの金属もスパッタリング、真空蒸着およびメッキ法により

容易に形成することができ、 $\text{SiO}_2$ と同様良好な振動特性を得ることができた。またアルミナ等の酸化物でも $\text{SiO}_2$ と同様の効果を得ることができ、スパッタリング法により容易に形成できた。この他、ポリイミド系の樹脂などの高分子有機物はスピンドルコート法により容易に形成でき、またその加工も容易であり、インクジェットヘッドの振動板として適した材料であった。

### 第3の実施の形態.

図11, 12は、本発明に係る第3の実施の形態のインクジェットヘッドの製造方法を説明する図である。

本製造方法では、まず、図11, 12に示すように、シリコン基板15上に膜厚 $2\ \mu\text{m}$ の $\text{SiO}_2$ からなる振動板4をスパッタ法、もしくはシリコン基板を熱酸化することにより形成する。更にその上に共通電極13となるPt層を形成する。共通電極13の上に鉛系誘電体からなる圧電膜12をrfスパッタ法により形成した。ここで、圧電膜12は、第1の実施の形態と同様、Zrを含まない鉛系誘電体からなる第1層を形成した後、Zrを含むPZTからなる第2層を形成することにより形成される。以上のように構成された圧電膜12は、多結晶体であるが、第1層としてZrを含まない鉛系誘電体からなる第1層を形成した後、Zrを含むPZTからなる第2層を形成しているので、極めて良好な圧電特性を有する第2層を形成することができる。この圧電膜12としては、厚みが $3\ \mu\text{m}$ のPZT系の多結晶層を形成することにより優れた圧電特性を得ることができた。圧電膜12の形成法としてMOCVDもしくはソルゲル溶液を用いたスピンドルコートにおいても良好な結晶性を有する圧電性薄膜を形成することができた。次にその圧電膜12の上に個別電極11となるPt層を形成する。この個別電極11はイオンエッチングによって微細加工し、各圧力室1に対応した箇所に分離した形状となるようにした。なお、振動板4が絶縁物

である場合、個別電極 11 を振動板 4 上に形成し、共通電極 13 を圧電膜 12 上に形成しても良い。

次にシリコン基板 15 を弗酸系溶液、もしくは水酸化カリウム溶液で部分的にエッティング除去し、シリコン基板 15 の一部を圧力室 1 の構造部材として用いた。圧電膜 12 は、共通電極 13 を形成する前に、各圧力室 1 に対応し分割された形状となるようにパターンニングした。この方法では圧力室 1 の形成を圧電素子を形成する基板の一部を用いて作製するため、工程が簡略化でき、かつシリコンの微細加工技術を用いることにより微細な素子化も可能になる。上記の方法で製作したインクジェットのヘッドは、図 6 と同様の構成が可能でノズルを 200 dpi 以上の密度に形成できた。

この構成のインクジェットヘッドの製造において、シリコン基板 15 を用いる他、更に安価なガラス基板を用いても同様の多素子構成のインクジェットヘッドが作製できた。この場合弗酸系の溶液を用いてガラス基板 13 をエッティングする事により、図 6 と同様の構成を有する多素子化したインクジェットヘッドを形成することができた。

上の個別電極 11 として白金以外に、ルテニウム酸化物を用いることにより、ペロブスカイト構造を有する圧電膜 12 を結晶性よく形成することができた。このため圧電膜として良好な特性を有することができ、多素子化した場合でもインク吐出能力の素子間のばらつきの少ないインクジェットヘッドが作成できた。また圧電材料として用いる圧電膜 12 としては、 $Zr/Ti$  比が 30/70~70/30 の範囲内にある PZT 層であれば、更に良好な圧電特性を有し、インク吐出能力の高いインクジェットヘッドとすることができます。

また、圧電膜 12 として  $Pb_{0.9}Nb_{0.02}[(Zr_{0.6}Sn_{0.4})_{1-y}Ti_y]_{0.98}O_3$  ( $0.060 \leq y \leq 0.065$ ) の組成を有する反強誘電体の薄膜を用いた場合、電圧印加に対して安定した応答が得ることができ、イン

ク吐出量のばらつきを少なくする事ができた。また  $Pb_{0.9}Nb_{0.02}[(Zr_{0.6}Sn_{0.4})_{1-y}Ti_y]_{0.98}O_3$  ( $0.060 \leq y \leq 0.065$ ) の組成を有する反強誘電体薄膜では、多結晶質の薄膜でも安定なインク吐出能力を有する圧電素子とすることができた。

更に振動板 4 の材料として、酸化シリコン  $SiO_2$  の他、ニッケル、アルミニウムなどの金属もスパッタリング、真空蒸着およびメッキ法により容易に形成することができ、  $SiO_2$  と同様良好な振動特性を得ることができた。またアルミナでも  $SiO_2$  と同様の効果を得ることができ、スパッタリング法により容易に形成できた。この他、ポリイミド系の樹脂はスピノート法により容易に形成でき、またその加工も容易であり、インクジェットヘッドの振動板として適した材料であった。

#### 第4の実施の形態。

図13Aは、本発明にかかる第4の実施の形態のインクジェットヘッド200の斜視図であり、図13Bは、図13AのC-C'線についての断面図である。また、図14は、図13AのD-D'線についての断面図である。

このインクジェットヘッド200は、複数の吐出口202と、各吐出口202に対応して設けられた圧力室201とが形成された本体部250と、本体部250の上面に設けられた振動板204と、振動板204上に設けられた圧電素子203とを備えて以下のように構成される。

本体部250において、吐出口202は本体部250の下面に所定の間隔で形成され、圧力室201は、吐出口202にそれぞれ対応するように本体部250に並んで形成されている。そして各吐出口202と対応する圧力室201とは、本体部250に形成されたインク流路202aを介して接続されている。尚、本体部250は、樹脂、ガラス、ステンレス、セ

ラミック及びシリコン等、剛性の高い素材を用いて構成されている。

圧電素子203は、図14に示すように、振動板204上に形成された共通電極208と、共通電極208上に各圧力室201に対応して所定の間隔で形成された圧電体205と、各圧電体205上にそれぞれ設けられた個別電極209とを備え、隣接する圧電体5の間にポリイミド樹脂からなる充填材が埋め込まれて構成される。ここで、圧電体205は、第1の実施の形態と同様、第1層としてZrの含有していないPbTiO<sub>3</sub>又はPbTiO<sub>3</sub>にランタンを添加したPLTを形成し、第2層9としてPb(Zr<sub>0.53</sub>Ti<sub>0.47</sub>)O<sub>3</sub>の組成の層を約3μmの厚さに形成した。これによって、第1の実施の形態と同様、良好な圧電特性を有する圧電体205が形成される。

振動板204は、スパッタ法を用いて形成した2μmの厚さのアルミナ層からなり、共通電極208及び個別電極209は、いずれも0.1μmのPt層で構成した。振動板204の素材としては、アルミナの他、Ni、Cr、Ti、Al、Zrを使用することができ、いずれの材料を用いても、圧電体205及び電極材料との密着性及び振動特性において優れている。また、本発明では、Ni、Cr、Ti、Al、Zrの酸化物、さらにシリコン酸化物及び樹脂材料を用いることができる。また、振動板204の厚さは、良好なインク吐き出し性能を得るために圧電体205と同等又はそれ以下の厚さであることが好ましい。

圧電体205は、圧電体205の幅が対応する圧力室の幅より狭くなるように形成することが好ましい。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、分離されていない1つの圧電膜を用い、個別電極209を各圧力室201に対応させて形成することにより、該圧電体層のうち各圧力室に対応する部分のみを振動させるようにしてインクを吐き出させる

ようにしてもよい。

また、隣接する圧電体205の間に埋め込まれる充填材210は、上述のポリイミド樹脂に限定されるものではなく、比較的剛性の低い材料であれば使用することができる。このように充填材として、比較的剛性の低い材料を用いることにより、圧電体205の横方向の伸縮を阻害することなく圧電体を振動させることができるので、振動特性を劣化させることができない。

例えば、圧力室201の幅を70 $\mu\text{m}$ とし、圧電体205の幅を圧力室201の幅より若干狭くなるように形成したとき、10Vの電圧を印加することにより、最大50nm変化させることができた。

以上のように、第4の実施の形態においては、第1の実施の形態と同様、圧電体205を第1層と第2層との2重構造としてスパッタリング等の薄膜形成方法を用いて作製しているので、極めて緻密で結晶性のよい圧電体205を形成することができ、比較的簡単な構成で良好な振動特性を得ることができた。これは、圧電体205として結晶性のよい圧電膜が形成できるので、通常の焼結体では絶縁破壊を起こすような高い電圧を印加して駆動することができるようになったことによるものである。また、第1の実施の形態と同様、圧電体205を極めて薄くすることができるので、微細化が容易で、200 dpiのノズル密度を有するヘッドが容易に作製できるようになった。

圧電体205の形成方法は、上述のスピンドルコートの他、CVD法等の他の薄膜形成方法を用いててもよい。

また、この圧電体205の厚さは、10 $\mu\text{m}$ 以上になると、微細加工が困難となるので、圧電体205の厚さは、10 $\mu\text{m}$ 以下に設定することが好ましい。

第4の実施の形態において、この圧電体205は、第1の実施の形態又は第2の実施の形態と同様、MgO基板又はSi基板を用いて形成したものが用いられる。

すなわち、基板として、(100)面が表面に表れるように劈開された単結晶MgO基板を用い、MgO基板の(100)面上に、Zrを含まない初期層を形成した後、その初期層上に一般式 $(Pb_{1-x}La_x)(Zr_{1-y}Ti_y)O_3$ で表される圧電体を形成することにより、c軸に配向した圧電体を形成することができる。このように一般式 $Pb(Zr_{1-y}Ti_y)O_3$ で表される圧電体に、Laを添加することにより、結晶化温度を下げることができ、薄膜圧電体の圧電性を向上させることができる。さらに、このようにして形成された単結晶の $(Pb_{1-x}La_x)(Zr_{1-y}Ti_y)O_3$ は、同組成の多結晶体に比較して1.5倍の圧電定数を得ることができる。

また、圧電体205を形成する方法としては、スパッタ法もしくはCVD法を用いることにより、結晶性のよい単結晶の膜が、1時間に $1\mu m$ 以上の早い堆積速度で形成することができる。さらに、電極材料として白金もしくはルテニウム酸化物を用いることにより、良好な界面特性を維持しながら圧電膜を成長させることができる。また、白金又はルテニウム酸化物を電極として用いた場合、基板材料としてMgO以外に、微細加工が容易であるシリコン又はガラス、もしくは剛性の高いステンレス材料を用いることも可能となり、ヘッド作製コストを下げることができる。

また、一般式 $(Pb_{1-x}La_x)(Zr_{1-y}Ti_y)O_3$ で表される圧電膜を白金もしくはルテニウム酸化物の電極上に形成する場合、電極と接する部分の組成で、特にyを0.7以上に設定( $Zr$ の割合を小さくする)することにより、電極上に $Zr$ の酸化物等の不純物層の析出を押さえることができ、良好に結晶性を有する圧電体205を形成することができる。従つ

て、電極のすぐ上に上述の  $Z_r$  の少ない初期層を形成しその初期層の上に、 $y$  が 0.7 以下に設定された、大きな圧電定数を有する圧電膜を数  $\mu\text{m}$  形成することにより、高い圧電定数を有する圧電体 205 を結晶性よく形成することができる。

また、本発明のインクジェットヘッドでは、上述のように薄い圧電体及び振動板を用いて構成されるので、圧力室が形成された本体部と振動板との接着には留意する必要がある。すなわち、本体部の隔壁と振動板とを接着剤で接合する場合、接着剤の硬化による収縮により薄い圧電体 205 に大きな応力がかかり、亀裂が発生したり剥離する場合がある。また、亀裂や剥離にまで至らない場合でも、安定した振動を妨げることになるからである。

そこで、本第 4 の実施の形態では、図 16 に示すように、膜厚が 2  $\mu\text{m}$  程度の剛性の低い樹脂層 212 を介して本体部の隔壁 207 と振動板 204 を接合することが好ましい。この樹脂層 212 は、例えばポリイミドからなり、スピンドルコート法等を用いて形成することができる。尚、図 16において、213 の符号を付して示すものは、接着剤である。

以上のようにポリイミドからなる樹脂層 212 を設けることにより、接着剤 213 の収縮により、圧電体 205 に応力が加わるのを防止でき、圧電体 205 を安定して振動させることができると同時に破損等を防止することができた。また、このポリイミド樹脂により、インクが振動板に直接接することがなくなり、寿命を向上させることができる。尚、樹脂層 212 の厚さは、3  $\mu\text{m}$  以下にすることが好ましく、3  $\mu\text{m}$  以上の厚さになると、振動板の振動を樹脂層が吸収して効果的にインクの吐き出し性能が劣化する。

また、インクの吐き出し性能を効果的に發揮させかつインクの吐き出し

量や吐き出し速度のばらつきを押さえるために、樹脂層212及び接着剤213の量及び厚さを精度よく管理する必要がある。図17は、圧電振動部（圧電素子と振動板からなる）230における隔壁と接着される部分に7μmの厚さのアルミナ層214を形成したものである。このアルミナ層214は、圧電振動部230上に7μmの厚さの膜を形成した後、隔壁に対する部分を残して、酸によるウェットエッチングすることにより形成される。このように、アルミナ層214を介して隔壁207と圧電振動部230とを接合することにより、圧電振動部230のうち、圧力室201上に位置する部分のみに限って振動させることができ、インク吐き出し量等のばらつきを減少させることができる。尚、本発明では、アルミナ層214に代えて、各種金属酸化物からなるセラミック、エポキシ樹脂等の剛性の高い樹脂や、Cr等を用いてもよい。すなわち、圧電振動部230との密着性がよく、微細加工が可能な材料を用いることができる。

以上の圧電振動部では、圧電体205を1層で構成したが、本発明はこれに限らず、図15に示すように、圧電体205a及び圧電体205bの2層で構成してもよい。この場合、個別電極209を、圧電体205a上に形成された電極209aと圧電体205bの下に形成された電極209bとに分割して形成し、圧電体205aと圧電体205bとの間に、共通の接地電極である中間電極211を形成する。このように、圧電体205を圧電体205a、205bの2層で構成することにより、1層で構成した場合の2倍の変位を得ることができる。尚、圧電体205a、205bはそれぞれ、初期層（第1層）と第2層とからなる。また、このような構成にすると、圧電体205a、205bによってたわみ振動をするので、原理的には圧電体と共同して振動を発生する振動板204が不要となり、インクから圧電体を保護するための、例えば1μm程度の樹脂層を形成す

るだけでよい。言い換えると図15に示す構成では、振動板を備えることなく、圧電体205a, 205bの2層を備えることで圧電振動部を構成している。

#### 第5の実施の形態.

図18は、本発明に係る第5の実施の形態のインクジェットヘッドの構成を示す部分断面図であり、この第5の実施の形態のインクジェットヘッドは以下のような手順で作製される。

まず、単結晶のシリコン基板上に共通電極208となるPt層を形成し、その共通電極208上に第1の実施の形態と同様にして、各圧力室に対応する膜厚3μmの圧電体205及び個別電極209を形成する。そして、個別電極209上に振動板204aとなる膜厚2のアルミナ層を形成する。尚、隣接する圧電体205の間は、ポリイミド樹脂からなる埋め込み樹脂210により埋め込まれている。次に、シリコン基板を約0.1mmの厚さに研磨し、さらに研磨後のシリコン基板を各圧力室を隔てる隔壁に対応する部分（シリコン台座15）が残るように、例えばKOH水溶液等のアルカリ溶液によりエッチングする。そして、ステンレス、樹脂又はガラスからなる圧力室が形成された本体部の隔壁とシリコン台座15とを対向させて接着して、図18に示す第5の実施の形態のインクジェットヘッドが作製される。尚、本第5の実施の形態において、圧力室201の幅は、例えば、70μmに設定される。

以上のように、第5の実施の形態のインクジェットヘッドでは、シリコン基板を微細加工することにより、その一部を用いて圧力室を形成し、本体部との接着部を圧電体から離れるように構成しているので、接着部の影響による振動特性の劣化を実質的に無くすことができる。従って、第5の実施の形態のインクジェットヘッドでは、インクの吐き出し性能のばらつ

きを極めて小さくできる。また、本実施の形態において、圧電体205を形成する時に、 $(\text{Pb}_{0.95}\text{La}_{0.05})\text{TiO}_3$ からなる初期層を形成したところ、Ptからなる共通電極208上に、500°Cの低い基板温度で、結晶性のよい初期層を形成することができることが確認された。このように低い温度で初期層が形成できることは、実用上極めて有益である。

また、第5の実施の形態では、基板としてシリコン基板の代わりに石英ガラスを用いることができ、この石英ガラスを用いると、基板の微細加工にフッ酸によるエッチングを用いることができるので、さらに安価にヘッドを作製することができる。また、基板として(100)面に配向させたMgO基板を用いることにより、第1の実施の形態で説明したように、Pt電極上に初期層を介してc軸に配向した $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.53}\text{Ti}_{0.47})\text{O}_3$ からなる圧電体205を形成することができるので、同様の組成の多結晶薄膜からなる圧電体の約1.5倍の圧電定数を得ることができる。また、MgO基板を用いた場合も同様に、基板を約0.1mmの厚さに研磨もししくはエッチングした後、図18に示すように加工し、その部分を本体部の隔壁と接合することができる。

#### 第6の実施の形態。

図19は、第6の実施の形態のインクジェットヘッドの構成を示す斜視図である。この第6の実施の形態のインクジェットヘッドは、4つのステンレス板351, 352, 353, 354を積層して構成した本体部350と、本体部350に形成された圧力室301を塞ぐように設けられた圧電振動部（圧電素子303及び振動板304からなる）とからなる。なお、本体部350において、インク吐出口302は、図19に示すようにステンレス板354の下面に幅方向に並置して設けられ、隔壁（図示せず）で分離されたインク室301はそれぞれ、各インク吐出口302に対応して

設けられている。圧電素子303は、共通電極（図示せず）と圧電膜305と個別電極309とからなり、個別電極309がそれぞれ、各圧力室301の直上に形成されて、各圧力室301に対応する個別の圧電素子が構成される。ここで、圧電膜305は、第1～第5の実施の形態と同様に構成される。

以上の第6の実施の形態では、ステンレス板351～354を用いて本体部350を形成したが、本発明はこれに限らず、ガラス板を積層して本体部を構成するようにしてもよい。また、図19に示す構造の本体部を樹脂を用いて形成してもよい。

#### 産業上の利用の可能性

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、スパッタ法及びCVD法等の薄膜形成方法を用いて、従来例に比較して薄くかつ大きい圧電定数を有する圧電膜を形成することができるので、圧電膜の微細加工が可能となり、高密度にインク吐出口が形成され、かつ高速応答が可能なインクジェット記録装置用の小型のヘッドが提供できる。従って、この小型で高密度に吐出口が形成されたインクジェットヘッドを使用することにより、高解像度で高速印字が可能なインクジェット記録装置を実現できる。

## 請求の範囲

1. インク吐出口と上記インク吐出口に接続された圧力室とを有する本体部と、Pb、Ti及びZrを有する圧電膜と該圧電膜の両側に設けられた電極とを含んでなり上記圧力室の一部に設けられた圧電振動部とを備え、上記圧電振動部をたわみ振動させることによりインク吐出口からインクを吐き出させるインクジェットヘッドであって、

上記圧電膜が、Sr又はBaを含むペロブスカイト構造を有する第1層と、該第1層に接するように形成されたPb、Ti及びZrを有するペロブスカイト構造の第2層とを含んでいることを特徴とするインクジェットヘッド。

2. インク吐出口と上記インク吐出口に接続された圧力室とを有する本体部と、Pb、Ti及びZrを有する圧電膜と該圧電膜の両側に設けられた電極とを含んでなり上記圧力室の一部に設けられた圧電振動部とを備え、上記圧電振動部をたわみ振動させることによりインク吐出口からインクを吐き出せるインクジェットヘッドであって、

上記圧電膜が、それぞれペロブスカイト構造を有しあつ互いに接するようく形成された第1層と第2層とを含んでなり、上記第1層のZrの含有量が上記第2層のZrの含有量に比較して少ないことを特徴とするインクジェットヘッド。

3. インク吐出口と上記インク吐出口に接続された圧力室とを有する本体部と、Pb、Ti及びZrを有する圧電膜と該圧電膜の両側に設けられた電極とを含んでなり上記圧力室の一部に設けられた圧電振動部とを備え、上記圧電振動部をたわみ振動させることによりインク吐出口からインクを吐き出せるインクジェットヘッドであって、

上記圧電膜が、それぞれペロブスカイト構造を有しあつ互いに接するよう<sup>1</sup>に形成されたZrを有していない第1層とZrを有する第2層とを含んでなることを特徴とするインクジェットヘッド。

4. 上記第1層がLaを含んでいる請求項2又は3記載のインクジェットヘッド。

5. 上記第2層において、Zr/Ti比が、30/70以上70/30以下に設定された請求項1～4のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。

6. 上記圧電膜が単結晶である請求項1～5のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。

7. 上記圧電膜が、10μm以下<sup>2</sup>の厚さに形成されている請求項1～6のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。

8. 上記圧電膜が、1μm以上、3μm以下の厚さに形成されている請求項7に記載のインクジェットヘッド。

9. 上記第1層が、50nm以上、100nm以下の厚さに形成されている請求項7又は8に記載のインクジェットヘッド。

10. 上記圧電振動部がさらに振動板を備え、上記圧電振動部がたわみ振動する請求項1～9のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。

11. 上記振動板が、Ni、Cr、Al及びそれらの酸化物、Si、Si酸化物、高分子有機物からなる群から選ばれた少なくとも1つの材料からなる請求項10記載のインクジェットヘッド。

12. 上記圧電振動部において、上記電極間にさらに、上記圧電膜と中間電極層を介して対向する、上記圧電膜とは別の圧電膜を設け、その2つの圧電膜によってたわみ振動をさせた請求項1～9のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。

13. 上記圧電膜の第2層が、Nb及びSnを含み反強誘電性を有する請求項1～12のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。
14. 上記第1層において、Zr濃度が厚さ方向に連続的に増加するよう分布しておりかつZr濃度が高い一方の面で上記第2層と接している請求項1～13のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。
15. 上記圧電膜の両側に設けられた電極層が、Pt又はAuで形成されている請求項1～14のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。
16. 上記本体部は複数のインク吐出口と各インク吐出口にそれぞれ対応して設けられた複数の圧力室を有し、上記圧電膜の両側に設けられた電極のうち少なくとも一方の電極を上記圧力室に対応するように分離して設けることにより、各圧力室に対応した圧電振動部を構成した請求項1～15のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。
17. 上記圧電膜を上記圧力室に対応するように分離して設け、上記一方の電極を上記分離された各圧電膜上に形成した請求項16に記載のインクジェットヘッド。
18. 上記分離された圧電膜の間に、上記圧電膜の伸縮を阻害しない剛性の低い樹脂を充填した請求項16に記載のインクジェットヘッド。
19. 上記圧電振動部は、その周辺部が上記圧力室の周辺部と弾性を有しあつ膜厚が3μm以下の樹脂層を介して接合されている請求項1～18のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。
20. 上記圧電振動部は、その周辺部が上記圧力室の周辺部と、セラミック、金属又は樹脂からなる台座を介して接合されている請求項1～18のうちのいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。
21. インク吐出口と上記インク吐出口に接続されかつ一部に開口部が形

成された圧力室とを有する本体部と、上記開口部を塞ぐように設けられた圧電振動部とを備えたインクジェットヘッドの製造方法であって、

基板上に、Pb及びTiを含むペロブスカイト構造を有する第1層を形成し、第1層上にZrとPb及びTiとを含むペロブスカイト構造を有する第2層を形成することにより、上記第1層と上記第2層とを含む圧電膜を形成する工程とを含み、上記基板上に上記圧電膜を有する圧電振動部を形成する第1工程と、上記本体部の上記開口部の周辺部と上記圧電振動部の周辺部とを対向させて接合する第2工程と、

上記接合後に上記基板を除去する第3工程とを含み、

上記第1工程において、上記第1層をZrを含まないように、又は上記第2層に比較してZrの量が少なくなるように形成することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

22. 上記第1層及び上記第2層をスパッタリングにより形成した請求項21記載のインクジェットヘッドの製造方法。

23. 上記基板としてMgO基板を用い、上記第3工程において上記基板を磷酸を用いたエッチングにより除去した請求項21又は22記載のインクジェットヘッドの製造方法。

24. 上記基板としてシリコン基板又はガラス基板を用いた請求項21又は22記載のインクジェットヘッドの製造方法。

25. 上記第3工程において、上記基板をフッ酸系溶液又は水酸化カリウム溶液を用いてエッチングにより除去する請求項24記載のインクジェットヘッドの製造方法。

図1A

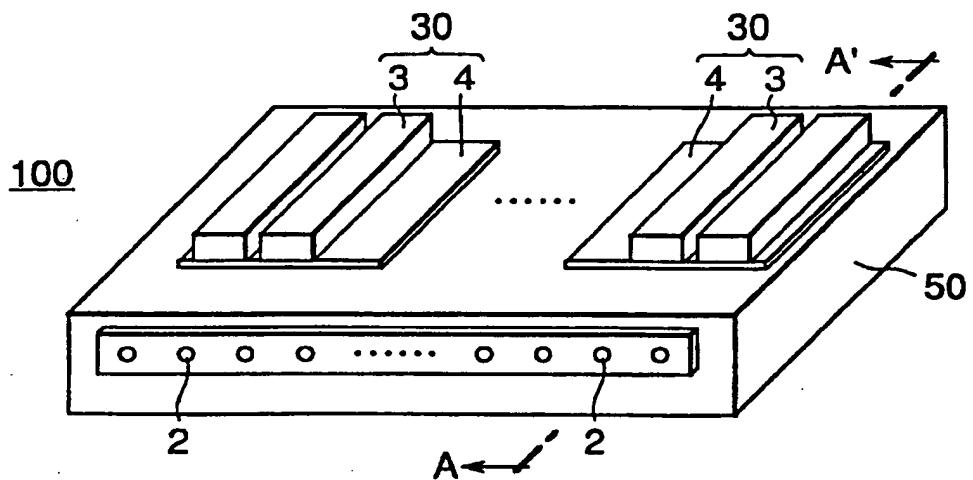


図1B

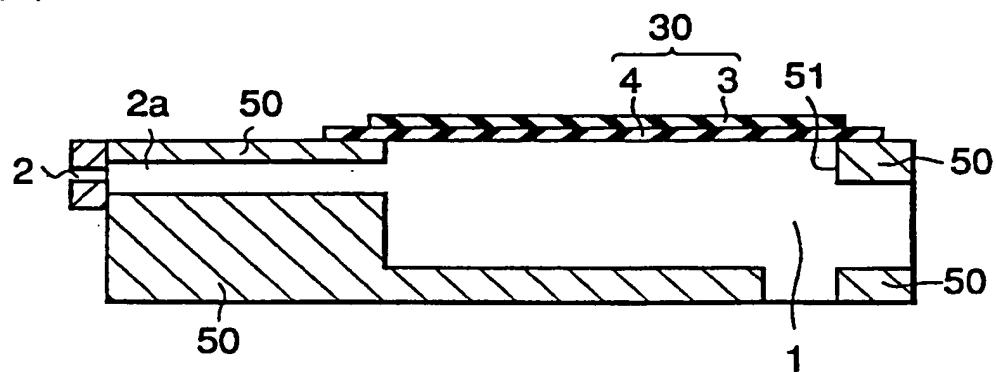


図2

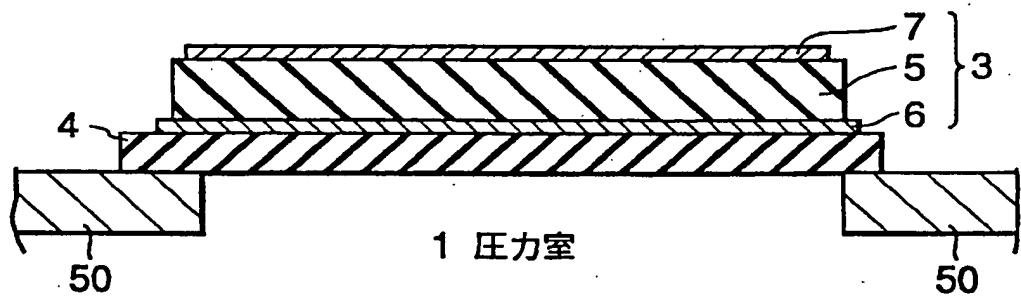


図3

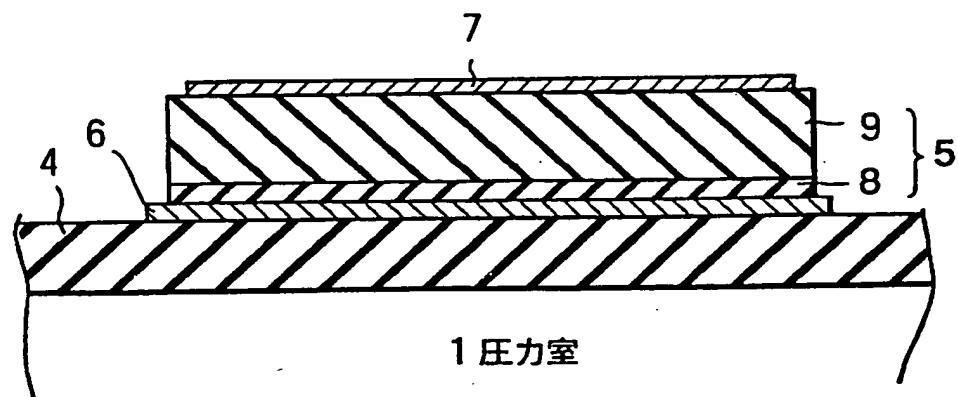


図4

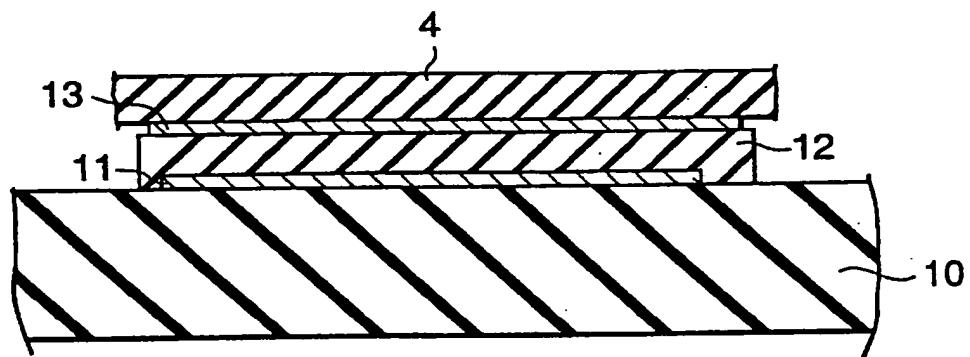


図5A

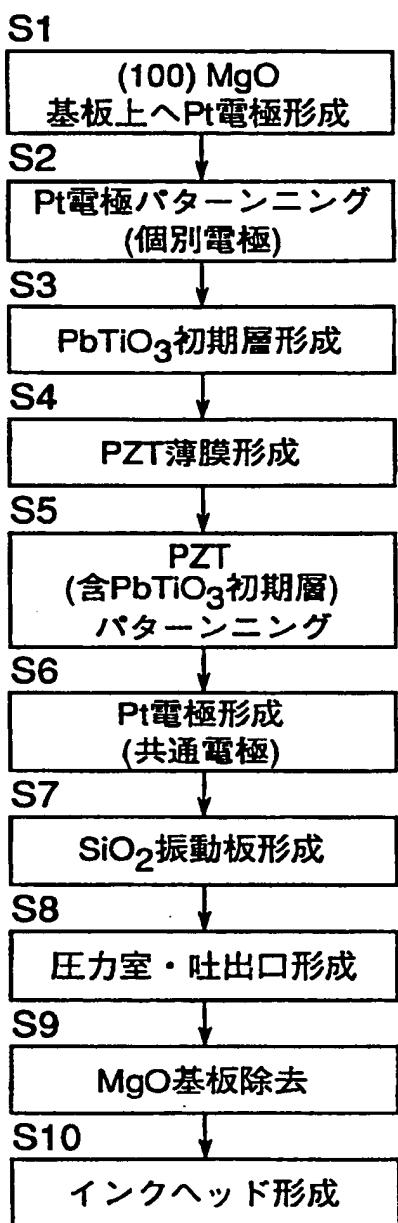


図5B

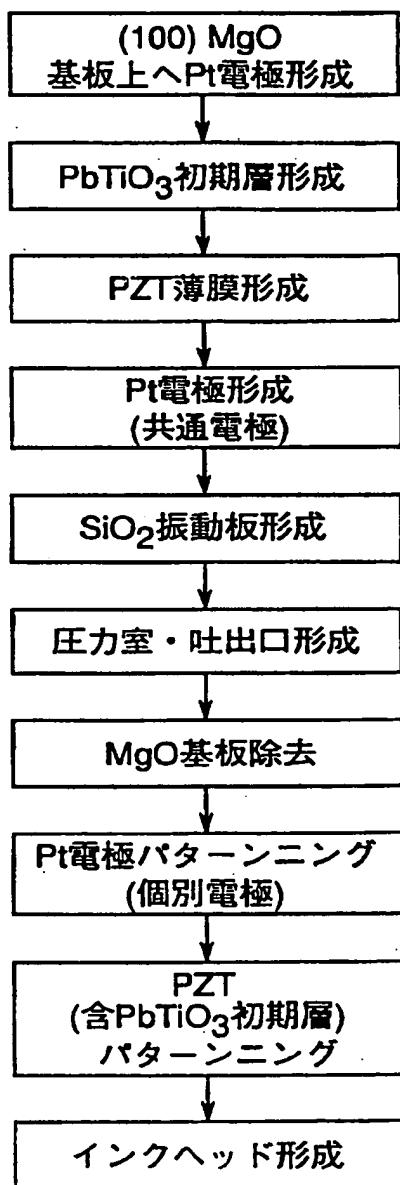


図6

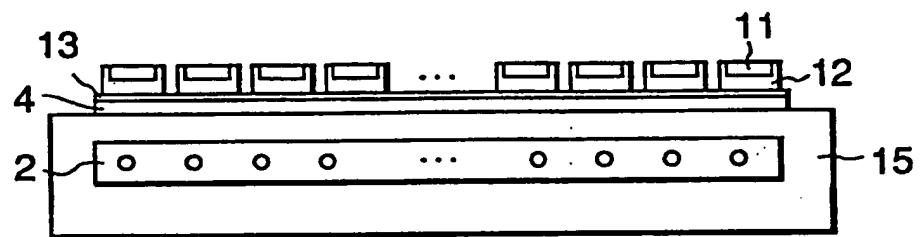


図7

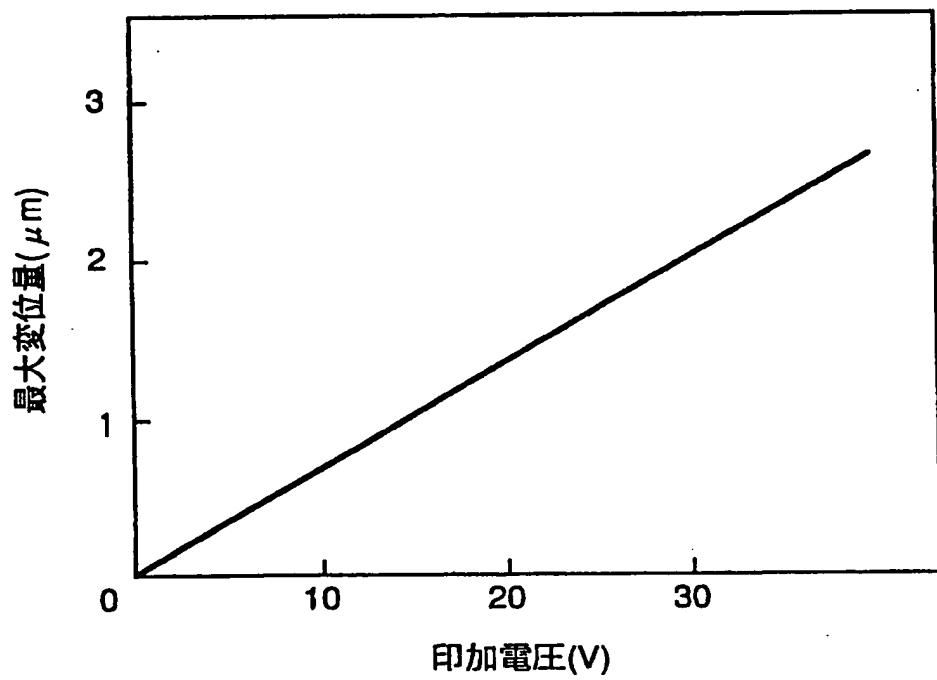


図8

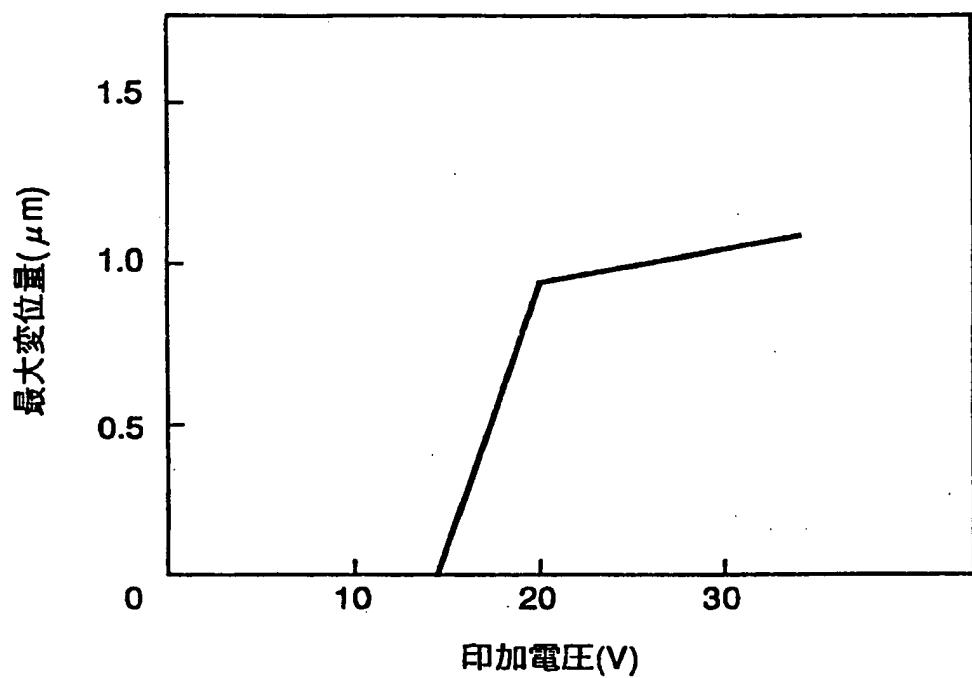


図9

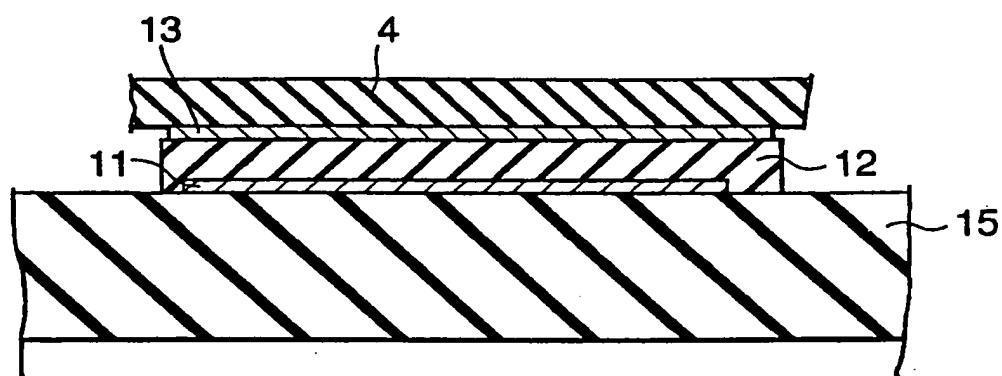


図10

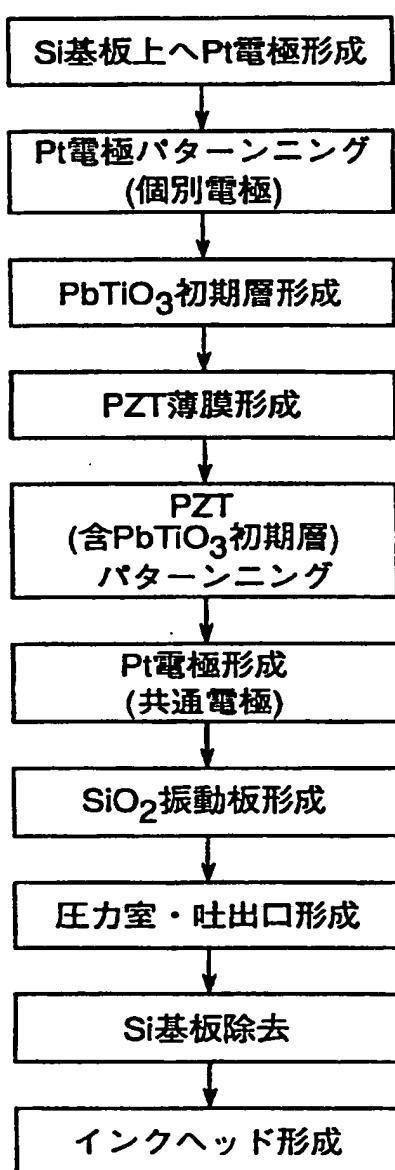


図11

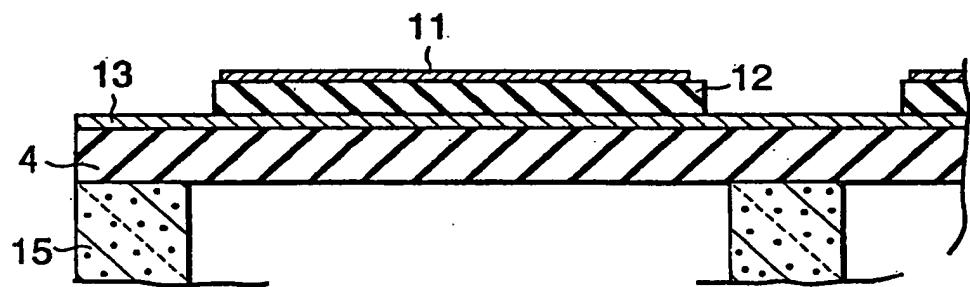


図12

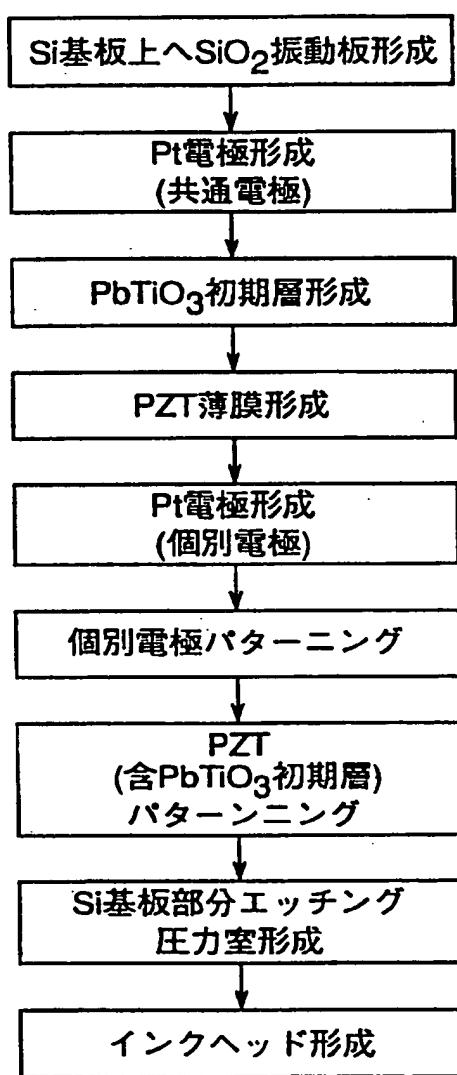


図13A

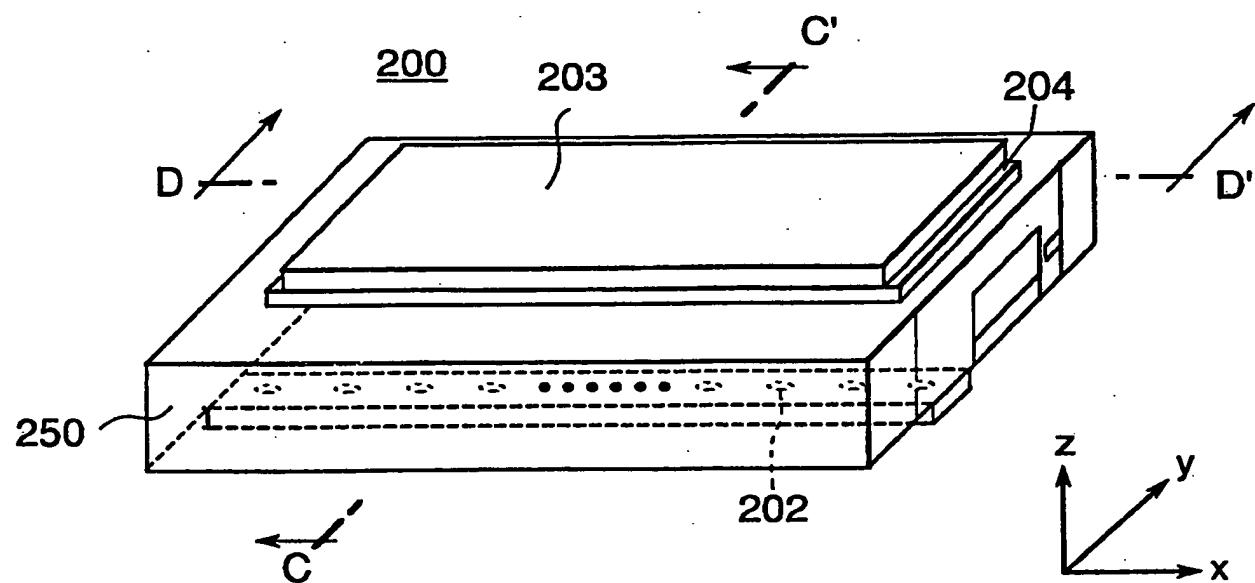


図13B

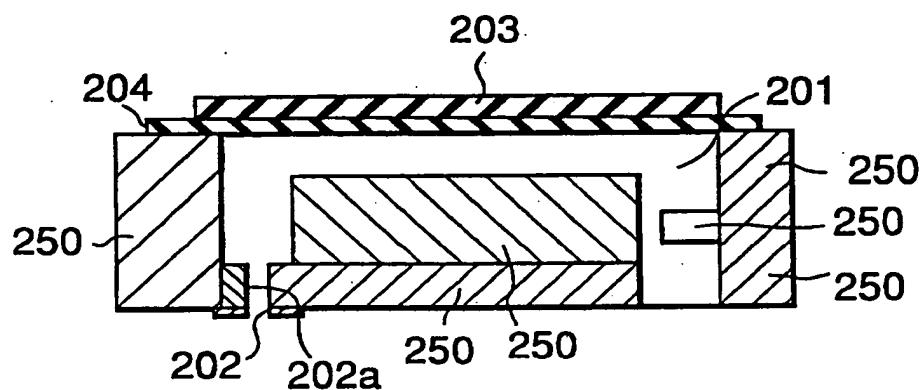


図14

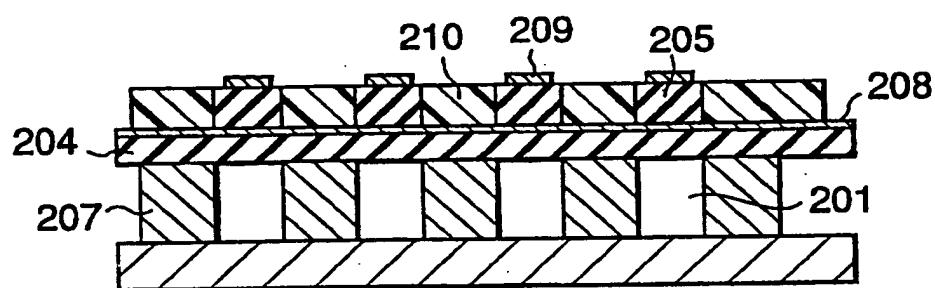


図15

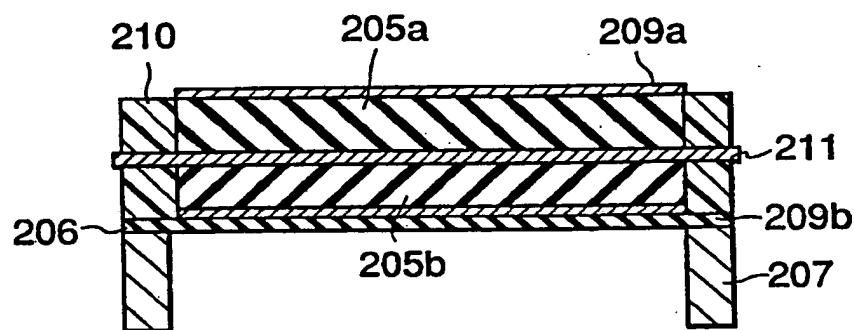


図16

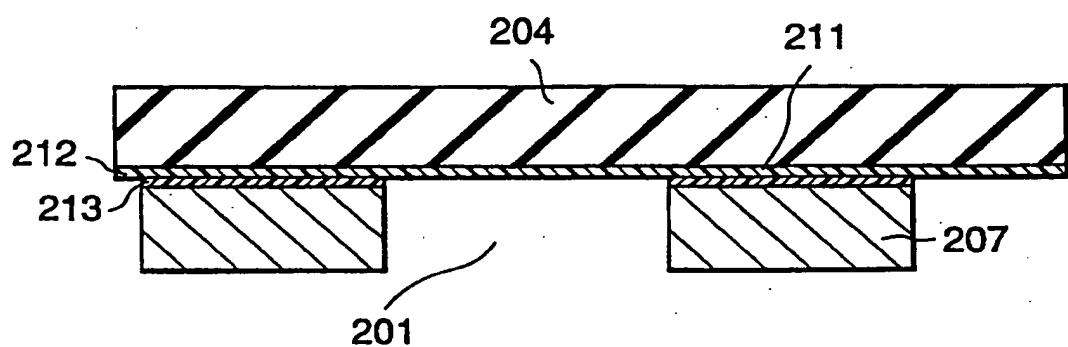


図17

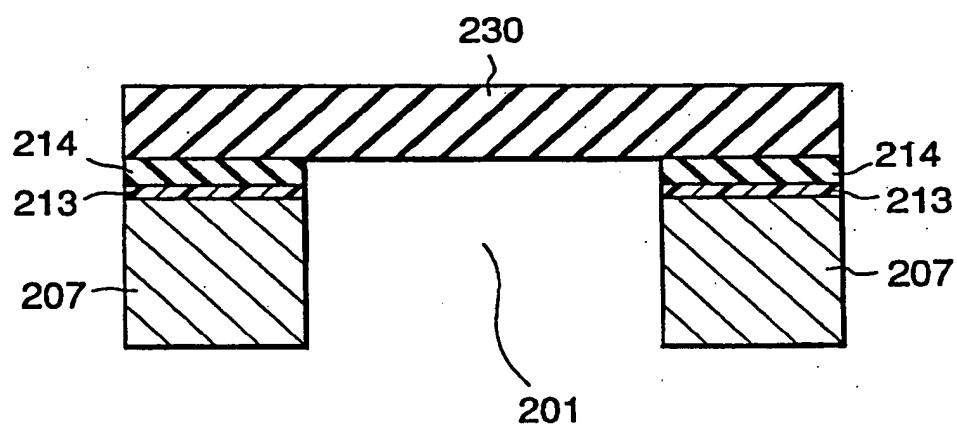


図18

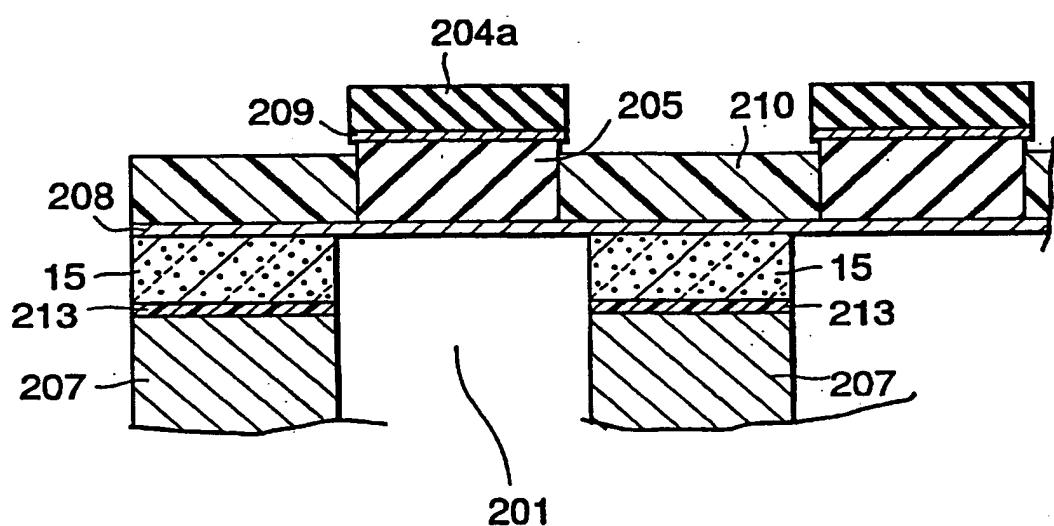
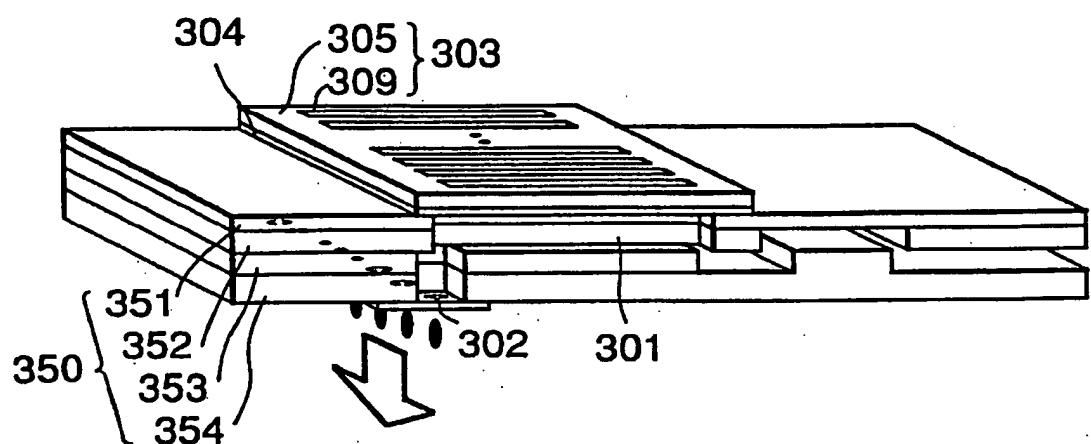


図19



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP98/01691

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>6</sup> B41J2/045

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>6</sup> B41J2/045, 2/055, 2/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 5-286132, A (Rohm Co., Ltd.), November 2, 1993 (02. 11. 93), Page 2, right column, line 46 to page 3, left column, line 46 ; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1, 2, 3, 21
A	JP, 8-259323, A (Philips Electronics N.V.), October 8, 1996 (08. 10. 96), Page 4, right column, line 20 to page 6, right column, line 28 & DE, A1, 4442598 & EP, A1, 714866	4

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

<ul style="list-style-type: none"> <li>* Special categories of cited documents:</li> <li>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</li> <li>"B" earlier document but published on or after the international filing date</li> <li>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</li> <li>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</li> <li>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</li> <li>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</li> <li>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</li> <li>"&amp;" document member of the same patent family</li> </ul>
---	--

Date of the actual completion of the international search June 2, 1998 (02. 06. 98)	Date of mailing of the international search report June 9, 1998 (09. 06. 98)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP98/01691

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))  
Int Cl° B41J 2/045

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))  
Int Cl° B41J 2/045, 2/055, 2/16

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1998年  
日本国登録実用新案公報 1994-1998年  
日本国実用新案登録公報 1996-1998年

## 国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 5-286132, A (ローム株式会社) 2. 11月. 1993 (02. 11. 93) 第2頁右欄第46行～第3頁左欄第46行, 第1～4図 (ファミリーなし)	1, 2, 3, 21,
A	JP, 8-259323, A (フィリップス エレクトロニクス ネムローゼ フエンノートシャップ) 8. 10月. 1996 (08. 10. 96) 第4頁右欄第20行～第6頁右欄第28行&DE, A1, 4442598&EP, A1, 714866	4

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
02.06.98

国際調査報告の発送日  
09.06.98

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)  
藤本 義仁 印  
2C 9012  
電話番号 03-3581-1101 内線 3221

